

## LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

### DE NOUVEAUX TROUS NOIRS

Les astronomes viennent de découvrir trois nouveaux candidats trous noirs bien documentés à partir d'observations spectroscopiques, suivies dans le temps, de deux galaxies à noyaux actifs et d'un système d'étoile double. Rappelons que la théorie prévoit la formation d'un trou noir, pour une masse  $M$  contenue dans une sphère de rayon  $R$ , lorsque le rapport  $M/R$  devient très grand, ce qui conduit le système à s'effondrer gravitationnellement sur lui-même indéfiniment. Dans le cas des étoiles en fin d'évolution, la phase ultime sera un trou noir si la masse est à ce stade de 2 à 3 fois la masse du Soleil. Rappelons quelques ordres de grandeur typiques pour ce rapport  $M/R$  en utilisant la masse et le rayon du Soleil comme unités : pour une étoile naine blanche : 100, pour une étoile à neutrons :  $10^5$ . Pour un trou noir  $M/R$  doit être supérieur à  $10^5$  ; cela peut être réalisé pour des masses stellaires (quelques dizaines de masses solaires) - on parle alors de "trous noirs stellaires", - ou de masses beaucoup plus élevées (quelques millions de masses solaires) - on parle alors de "trou noir supermassif" -. On prévoit la formation de ce premier type de trou noir non stellaire dans la région centrale de galaxies actives pour expliquer la production d'une énorme puissance lumineuse (de l'ordre de  $10^{12}$  fois celle du Soleil) dans une région de dimension extrêmement petite (de l'ordre de un jour lumière ; c'est-à-dire que le rayon  $R$  a une longueur qui est la distance parcourue par la lumière en 1 jour avec une vitesse de 300 000 km/s) (voir l'article de S. Collin sur les noyaux actifs paru dans les Cahiers Clairaut n°47).

Le premier candidat est le noyau de la galaxie de Seyfert NGC 6814, observé en rayonnement X par le satellite GINGA. L'émission continue en X du noyau de cette galaxie est très rapidement variable ; l'intensité est parfois multipliée par 2 en moins d'une minute. Cette échelle de temps donne une indication sur la dimension de la source centrale émissive ; en effet, son rayon doit être inférieur à la distance parcourue par la lumière pendant la durée observée de la variation d'intensité pour que cette variation puisse être perçue par l'observateur. Dans ce cas, la dimension caractéristique doit être inférieure à une minute de lumière, soit 18 millions de km. Par ailleurs, on observe, également en X, une raie d'émission du fer produite par du gaz entourant le noyau de la galaxie et ionisé par le rayonnement continu émis par ce noyau. Les observations de GINGA ont montré que l'intensité de la raie varie également dans le temps en reproduisant avec un certain retard les variations d'intensité de la source excitatrice centrale. La mesure de ce décalage temporel, de l'ordre de 4 minutes, constitue également une contrainte sur la distance de la zone centrale aux nuages de gaz émettant la raie observée. Au total, l'explication la plus plausible résultant des variations observées dans le temps est celle de la présence d'un trou noir supermassif avec une masse de 1,4 millions de masses solaires dans une région de dimension de l'ordre de la distance Terre-Soleil (soit 150 millions de km).

Le second candidat est également une galaxie de Seyfert, à noyau variable, NGC 5448, qui a fait l'objet d'une campagne internationale de surveillance pendant 8 mois à raison d'une observation tous les 4 jours, à l'aide du satellite IUE( (International Ultraviolet Explorer). L'analyse approfondie de la variabilité du rayonnement continu UV ionisant et d'une raie UV du carbone 3 fois ionisé montre clairement le décalage dans le temps des variations des deux phénomènes (de l'ordre de 9 jours) et corrélativement un changement de forme du profil de la raie se traduisant par un excès de décalage Doppler-Fizeau vers les grandes longueurs d'onde. Cet effet s'interprète comme la manifestation d'un mouvement de chute de nuages de gaz ionisé sur le noyau de la galaxie ; en effet le décalage observé correspond à un éloignement par rapport à l'observateur. Il s'agit là d'une manifestation directe de l'effet gravitationnel produit par un trou noir supermassif dont la masse peut être estimée à 10 millions de masses solaires.

Le troisième candidat relève de la catégorie des trous noirs stellaires et concerne l'étoile variable V616 dans la constellation de la Licorne. Il s'agit d'une étoile reconnue comme nova en 1917 et de nouveau en 1975, présentant un spectre double avec un système de raies d'absorption attribué à une étoile visible de type K, et un spectre de raies d'émission larges attribué à un disque d'accrétion entourant une composante invisible et compacte. En 1986, l'analyse photométrique et spectroscopique de l'étoile K a révélé les caractéristiques de l'étoile binaire : période orbitale de 0,32j, amplitude de variation de la vitesse radiale de 457 km/s. Les observations récentes du spectre d'émission lié à la composante invisible, viennent de révéler une variation périodique avec la même période et une amplitude de 43 km/s. Cela implique que le rapport des masses des composantes, égal au rapport des amplitudes, vaut 10,6 et que les masses (en unité solaire) des 2 étoiles sont **supérieures** respectivement à 3,82 pour la composante invisible et 0,36 pour l'étoile visible. La limite inférieure de  $3,82 \pm 0,24$  est nettement au-dessus de la limite possible pour une étoile à neutrons : V616 Monocerotis est un des meilleurs candidats trou noir à ce jour !